

CORROSION OF CONCRETE

Bálint Augusztin^{1,2}, Imre Kovács¹

¹*Department of Natural Sciences and Environmental Protection, Institute of Technology,
University of Dunajváros, H-2401 Dunajváros,
Táncsics M. u. 1/a, Hungary*

²*Augusztin Kft. H-8200 Veszprém, Batthyány út 17/D, Hungary
e-mail: kovacsimre@uniduna.hu*

Abstract

Studies on corrosion of concrete are both of technical and theoretical interest. In this work we studied the effect of CO₂ absorption on concrete. We investigated blocks of concrete of different compositions and treatments. These blocks were put into a chamber where we simulated the long time effect of CO₂ on the mechanical properties of concrete by high concentrations of CO₂. In this publication we show our preliminary results on this system. The detection of the corrosion was carried out by phenolphthalein indication.

Bevezetés

A beton egy többszörösen összetett építőanyag [1]. A beton adalékanyag (sóder), cement és vízen kívül egyéb vegyszerek hozzáadásával készül. Vasbeton esetén acél szálakat, betéteket tartalmaz. Megfelelő homogenizálás után általában a helyszínen dolgozzák be a zsaluzatba amelyben a megfelelően elhelyezett betonacél található. A cement több fázisából különböző reakciótermékek jönnek létre. A kialakuló ún. C-S-H gél „ragasztja” össze a különböző komponenseket. Kristályosodó fázisok is keletkeznek a kötés során, de ezek nem alkotnak összefüggő szerkezetet. Acélszálak alkalmazásával pótoljuk a beton azon hiányosságát, hogy a hajlító és húzószilárdsága a nyomószilárdságához képest kicsi. A megkötő beton pH-ja 12-13-as érték körül van. A betonban a kötés közben a nem eléggé tökéletes tömörödés, valamint a reakciótermékek és a kiinduló komponensek térfogatának különbsége miatt pórusszerkezet jön létre. Ezek lehetnek i. légbuborékok (mm – µm-es tartományban) ii. kapillárisok (jellemzően mikro- és nanométeres nagyságrendben) és iii. nanométeres pórusok a gélben. A pórusrendszer zártságához egy elméletileg 0,55 víz/cement arány tartozik, de a pórusok kialakulásával mindig kell számolni [2].

A beton környezeti károsodásai többfélék, lehetnek fizikai vagy kémiai jellegűek. A fizikai hatások szélsőséges hőmérséklet, zsugorodás, vagy kopás miatt alakulnak ki. Kémiai hatások elsősorban szulfátok, kloridok, vagy savak jelenléte, amik a pórusokon keresztül jutnak a betonba. Ezen tényezők jelenléte a cementkő mállásán kívül előidézhetik a passzívált acélszálak rozsdásodását is ha a pH<10,5 alá csökken. A CO₂ a levegőben és páratartalom a pórusokban karbonát sókat képez, amik a cement CaO tartalmával CaCO₃-ttá alakulnak, valamint víz is keletkezik és a pH lecsökken. Ha az így kialakuló karbonátosodási front eléri az acélszálakat, a korrózió elindul. A fenti mechanizmusból következik, hogy a CO₂ diffúziója lehet a sebességmeghatározó lépés. Hosszú idő kell a diffúzióhoz is, de mivel a beton épületek hosszú időre készülnek, a tervezett élettartam közben a lassú károsodás jelentősége nem elhanyagolható. Az összetevők helyes megválasztásával azonban a fenti folyamatok jelentősen lassíthatók. Az ilyen rendszereken az öregedési folyamatot célszerű mesterséges körülmények között, a vizsgálati idő jelentős, több nagyságrenddel rövidítése mellett lehet vizsgálni. A bemutatott kísérleti munkában csak a CO₂ hatást igyekeztünk követni, ennek érdekében a légköri CO₂ koncentráció helyett annál jóval nagyobb, legalább 80% koncentrációjú CO₂

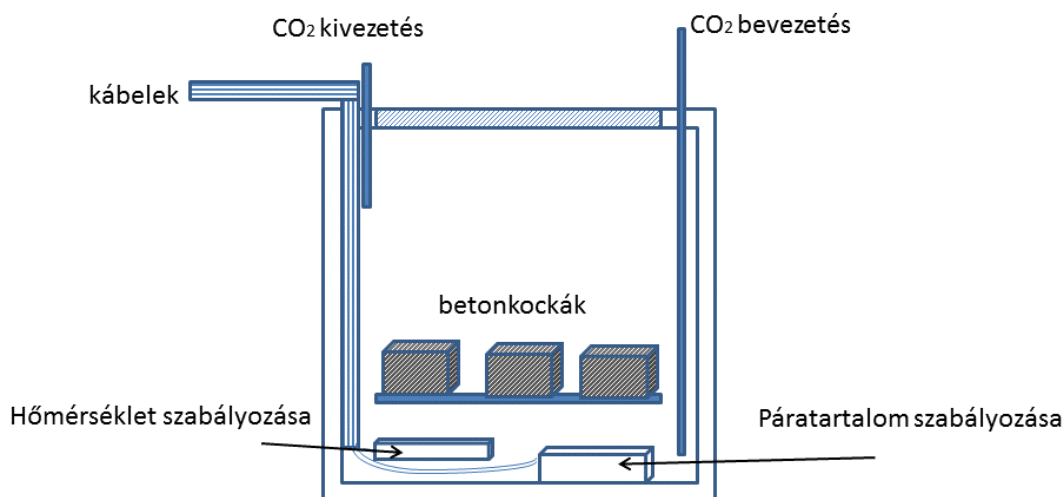
atmoszférába tettük a mintákat, így a vizsgálatok idejét le tudtuk rövidíteni kb. 2 hétre. A karbonátosodási front előrehaladását fenolftaleines vizsgálattal követtük.

Kísérleti eszközök és módszerek

Kísérleteinkhez Lafarge Cement Kft. gyártású, CEM II A-S 42,5 R típusú cementet, különböző frackciókból összekevert adalékanyagot és desztillált vizet használtunk. A kísérletekben használt légpórusképző anyag és képlékenyítőszer a Mapei Kft-től származott. A 10x10x10 cm-es mintákat az MSZ 4798-1:2004 szabvány előírásait betartva gyártottuk le.

A vizsgálati kamra egy 200 liter térfogatú műanyagbordó volt, melybe háztartási páramentesítőt és egy elektromos ventilátoros fűtőtestet állítottunk be. Ezek az eszközök egy kapcsolóüzemű pára- és hőmérséklet szabályzóra vannak kötve, ezzel biztosítva az egyenletes környezeti feltételeket. A páratartalmat és a hőmérsékletet egy adatrögzítőn tároltuk. A vizsgálati mintákat egy vas állványon helyeztük el. A CO₂-ot egy gázpalackból vezettük a tartályba amit naponta rendszeresen átöblítettünk. A frissbeton mintákat készítésük után 1 napig levegőn tároltuk, majd 27 napra víz alá tettük. Ezen érlelési fázis után kerültek a CO₂ kamrába.

A karbonátosodás mértékét a betonkocka kettéhasítása után fenolftalein indikátorral mutattuk ki.



1. Ábra A kísérletekhez használt kamra melyben CO₂-atmoszférát, állandó hőmérsékletet és páratartalmat biztosítottunk.

Eredmények és értelmezésük

Az első vizsgálatnál egy C25-ös és egy C10-es szilárdsági jelű betont készítettünk. A mintákat együtt tettük a kezelő kamrába. Két hétig folyamatosan több mint 80 % CO₂ atmoszférában tartottuk őket. A relatív páratartalom 60-70 %rH és a hőmérséklet 22 °C volt. A fenolftaleines kezelés után a 2. ábrán látható képeket kaptuk a C25-ös cementkockáról. A 3. ábrán a C10-es

betonról készült hasonló felvételt látjuk.



2. ábra A C25-ös betont a CO₂ kezelés után elhasítva és az indikátorral ecsetelve. A minta épen maradt éle megfelel 10 cm-es élhosszúságnak



3. ábra A C10-es betonkockát a CO₂-os kezelés után elhasítva és indikátorral ecsetelve
A minta élhosszúsága 10 cm.

A mintákon látható, hogy a kéreg pH értéke, amelybe a CO₂ bediffundált, kisebb mint a fenolftalein átcsapási tartománya. A C25-ös mintán ez nem haladja meg az 1 cm-t. A C10-es

mintában a karbonátosodás sokkal gyorsabban haladt előre.

Következő lépésként a cementpéphez légpórusképző anyagot is adagoltunk a C25-ösnek megfelelő összetételhez. Ez esetben henger alakú mintákat készítettünk. Jól látszik, hogy a pórusok méretének növekedésével a karbonátos réteg vastagabb lett, hasonló körülmények mellett.



4. ábra A C25-ös betonból készült minták azonos körülmények között voltak a széndioxidban 2 hétig. Majd törés után fenolftalein oldattal kezeltük őket.

Következtetések

A beton korrózióállóságának tanulmányozásában a fenolftaleines indikálás jól használható. Hátránya viszont, hogy a mintáról csak törés után kapunk eredményt. Az ugyanolyan összetételű, de tömörebb minta nagyobb szilárdságú és a karbonátosodással szemben is ellenállóbb.

A mintákat a pépes állapottól kezdve is igyekszünk a jövőben mérni és erre módszert kialakítani és a karbonátosodási front előrehaladását roncsolásmentes vizsgálattal kimutatni. Továbbá a minták utókezelésének hatását is meg kívánjuk vizsgálni.

Más indikátorok használatával igyekszünk a vizsgálatokat finomabbá tenni. Ez a szakirodalomban eddig még nem volt ismert.

Szakirodalom:

[1] Bonded Cement-Based Material Overlays for the Repair, the Lining or the Strengthening of Slabs or Pavements; Benoît Bissonnette, Luc Courard, David W. Fowler, Jean-Louis Granju (Eds), Springer, 2011

[2] Fehérvári Sándor ; Betonösszetevők hatása az alagútfalazatok hőtűrésére, PhD értekezés, Budapest, 2009